

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-199291

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 G	1/00		H 0 5 G 1/00	D
G 0 1 N	23/04		G 0 1 N 23/04	
G 2 1 K	1/087		G 2 1 K 1/087	F
	5/00		5/00	W
	5/08		5/08	X

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-4520

(22) 出願日 平成8年(1996)1月16日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 佐藤 克利

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 出海 滋

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

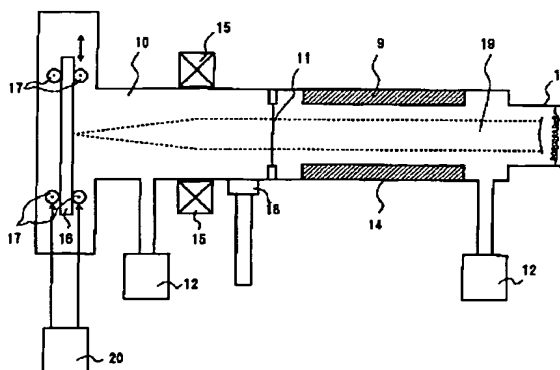
(54) 【発明の名称】 X線発生装置およびそれを使用した非破壊検査装置

(57) 【要約】

【課題】 X線源の焦点サイズを小さくしても運転に問題が生じないようなX線発生装置を提供する。

【解決手段】 X線発生装置は、真空容器9と10からなり、その境界を金属箔11で区別され、それぞれ真空ポンプ12でそれぞれの容器を減圧する。真空容器9は電子発生装置13と電子加速装置14からなり、電子発生装置13から発生した電子は電子加速装置14で所定のエネルギーまで加速される。真空容器10には、電子収束装置15とターゲット16および弁18がある。真空容器9で加速した電子は、金属箔11を通過して真空容器10へと入る。電子は慣性により直進し、電子収束装置15の部分で収束される。収束した電子はターゲット16に衝突してX線が発生する。ターゲット16は電子の衝突により溶ける恐れがあるので、ターゲット移動機構17によりスキャンできる。

図 2



【特許請求の範囲】

【請求項1】電子を加速して、加速した電子をターゲットに衝突させ、その衝突の際にX線を発生するX線発生装置において、前記X線発生装置が二つの真空容器を持ち、前記二つの真空容器の境界を金属箔で区別し、一方の真空容器には電子発生装置と電子加速装置と真空ポンプとを備え、他方の真空容器には電子収束装置と電子が衝突してX線を発生するためのターゲットと真空ポンプを装備したことを特徴とするX線発生装置。

【請求項2】請求項1において、前記ターゲットが溶解または蒸発するX線発生装置。

【請求項3】請求項1において、前記ターゲットを移動するためのターゲット移動装置とその移動を制御するターゲット移動制御装置を装備したX線発生装置。

【請求項4】請求項1に記載の前記X線発生装置を利用した非破壊検査装置。

【請求項5】請求項2に記載の前記X線発生装置を利用した非破壊検査装置。

【請求項6】請求項3に記載の前記X線発生装置を利用した非破壊検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は加速した電子を金属に衝突させ、その際、発生するX線を使う装置、そのX線源の構造、また、そのX線発生装置を使用した非破壊検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】X線断層撮影装置（以下、X線CT装置と記す）やX線透過像撮影装置において、撮影した画像の画質を向上するにはX線源の大きさを小さくする必要がある。X線CT装置やX線透過像撮影装置は、電子を加速し、加速した電子を金属板（以下、ターゲットと記す）に衝突させ、制動放射により発生したX線を線源としている。このX線発生装置の基本構造は、電子を発生する電子発生装置と電子を加速する電子加速装置およびターゲットからなっている。電子を加速する方法はサイクロトロン、ベータトロン、線形加速、マイクロトロン等の方法がある。電子加速装置内は電子の加速効率を上げるために減圧となっている。ターゲットにはタングステンや銅等の金属を使用している。このようなX線源の場合、X線源の大きさを小さくするには、加速した電子がターゲットと衝突する大きさ（以下、焦点サイズと記す）を小さくする必要がある。焦点サイズを小さくするには、電場や磁場を使って加速した電子を収束することで達成できる。焦点サイズが小さくなると、ターゲットでの発熱が極めて大きくなる。発熱の程度は、加速した電子の電流値と加速後に持っている電子のエネルギーとターゲットを構成する物質と焦点サイズにより決まる。発熱によるターゲットの温度上昇がターゲットを構成する物質の融点よりも高くなるとターゲットが電子線により

溶けてしまう。さらに、ターゲットの温度上昇がターゲットを構成する物質の沸点よりも高くなるとターゲットが電子線により蒸発してしまう。ターゲットが溶けたり蒸発する場合には、電子発生装置や電子加速装置へ悪影響を及ぼすことのほかにX線を発生できなくなるという問題点がある。この問題点を解決する方法として、特開平4-32800号公報がある。この方法は、ターゲットを電子加速装置外に配置してターゲットが溶けても電子発生装置や電子加速装置には悪影響が起きないようにして、さらにターゲットをスキャンすることで溶けたり蒸発した部分に電子が衝突しないようにしたものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、ターゲットを電子加速装置外に置くために電子加速装置からの電子の出口を作る必要がある。この出口は薄い金属箔で作ることができる。この金属箔には常に大気圧に近い圧力が加わっている。なぜならば、この金属箔は内部を減圧した電子加速装置と大気圧との境界であるからである。したがって、この金属箔の厚みは、大気圧による圧力を受けても破れないほど厚くする必要がある。しかしこの場合、金属箔は加速した電子によりある程度の昇温は避けられず、この温度上昇と大気に接しているため金属箔の酸化が進み、最終的には疲労のために金属箔が破れる恐れがある。

【0004】本発明の目的は、金属箔が酸化疲労により破れることを防ぐことにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】金属箔が酸化疲労を起こすのは、金属箔の厚みが厚く電子の通過により昇温することと大気に接しているためである。そこで電子発生装置と電子加速装置側を第一の真空容器として、ターゲット側を第二の真空容器とし、この二つの真空容器を金属箔で区切る構造が考えられる。この構造では、金属箔の両側は減圧しているので金属箔にかかる圧力は極めて小さくなり、それに伴い金属箔の厚みを薄くすることができる。さらに金属箔は大気に接することはないので酸化するのを防ぐことができる。

【0006】本発明の作用を説明する。第一の真空容器は、電子発生装置から発生した電子を電子加速装置により所定のエネルギーまで加速する部分である。加速した電子は金属箔を通過して、第二の真空容器に入る。第二の真空容器には、焦点サイズを小さくするための電子収束装置とターゲットが備わっていて、電子はこの電子収束装置により収束されたのち、ターゲットに衝突してX線が発生する。ターゲットは溶ける恐れがあるので、スキャンすることができる構造とする。この構造では、金属箔の厚みは第一の真空容器と第二の真空容器の差分分の圧力を受けるが、その圧力は上記従来技術に比べ非常に小さい。したがって、金属箔の厚みは薄くすることができる。金属箔が薄くなるので、電子が通過することも容

易で電子の通過による金属箔の温度上昇を抑えることができる。また、金属箔は大気と接することはないので、酸化を起こす恐れはない。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を図を用いて説明する。本発明のX線発生装置を使う非破壊検査装置の一実施例を図1を用いて説明する。図1は本発明のX線発生装置を使用したX線CT装置のブロック図である。X線CT装置は、X線発生装置1、スキャナ2、スキャナ制御装置3、検出器4、検出器回路5、演算装置6、表示装置7、入力装置8、ターゲット移動制御装置20からなるものである。X線CT装置の撮影は、X線発生装置からのX線をスキャナ上にある被検査体に照射して、その被検査体を透過してきたX線を検出器により検出する。被検査体はスキャナにより並進移動、回転移動や上下移動を組み合わせた移動を行い、この移動中にX線を照射して透過してきたX線を検出器で検出する。X線CT装置により撮影した被検査体の断層像の画質は、検出器から見たときのX線源の大きさが小さいほうが良い。すなわち、X線源の大きさが断層像の画質を向上する重要な因子となる。本発明のX線発生装置を使用した場合、X線源の大きさは従来に比べ小さくでき、かつX線発生装置の故障も少なくなるので、X線CT装置としての性能向上が図れる。

【0008】X線CT装置の撮影中にターゲットを使い果たした場合には、ターゲット移動制御装置20はその旨の信号をスキャナ移動制御装置3と表示装置7に送る。この信号を受け取ったスキャナ移動制御装置3はスキャナの移動を中止し、X線発生装置1と検出器回路5に運転の中止を命じる。X線CT装置の運転者は、表示装置7からターゲットが無くなったことを知り、ターゲットの交換作業をする。図2に本発明のX線発生装置の構造を示す。本発明のX線発生装置は、真空容器9と真空容器10からなり、その境界を金属箔11で区別する。真空容器9と真空容器10にはそれぞれ真空ポンプ12があり、それぞれの容器を減圧する。真空容器9は電子発生装置13と電子加速装置14からなり、電子発生装置13から発生した電子19は電子加速装置14で所定のエネルギーまで加速される。真空容器10には、電子収束装置15とターゲット16および弁18がある。真空容器9で加速した電子は、金属箔11を通過して真空容器10へと入る。電子は慣性により直進し、電子収束装置15の部分で収束される。収束した電子はターゲット16に衝突してX線を発生する。ターゲット16は電子の衝突により溶ける恐れがあるので、ターゲット移動機構17によりスキャンできる構造である。本発明のX線発生装置の運転方法を図2を用いて説明する。電子発生装置13より電子をパルスの発生させ、それを電*

$$Q = \frac{E \cdot I \cdot w}{\theta}$$

*子加速装置14で所定のエネルギーに加速する。このパルスの繰り返し周波数は電子発生装置13と電子加速装置14の性能により異なるが、この実施例では200Hzとする。加速した電子は金属箔11を通過した後電子収束装置15により収束されターゲットに衝突する。焦点サイズはこの実施例では0.1mmとする。電子の衝突とともに焦点部分のターゲットは溶けてしまう。次の電子が来る前に、ターゲットは適当なスキャンをして、電子が再び溶解したターゲットに衝突しないようにする。この実施例では、次の電子がターゲットと衝突するまでに5ミリ秒の時間があるので、この時間内にターゲットは0.1mm以上動く必要がある。ターゲットのスキャンを、ターゲットに装備したターゲット移動機構17とターゲット移動制御装置20により実現する。ターゲット移動機構17は、ターゲットを使い果たした後は、その旨の信号を発してターゲットの交換を知らせる。ターゲットを交換する場合、真空容器10を大気圧にすると金属箔11が圧力により破れる恐れがある。したがって、真空容器10に装備してある弁18を閉じて金属箔11側が大気圧になるのを防いだ後、ターゲット側を大気圧に解放する。大気圧に解放した後、ターゲット16の交換作業を行う。ターゲットの交換作業終了後、弁18を閉じた状態で真空容器10のターゲット側を真空ポンプ12により減圧する。所定の減圧が達成できた後、弁18を開く。この一連の交換作業により、再度運転を開始することができる。

【0009】次に本発明の構造により金属箔にかかる圧力が減少することを図3を用いて従来技術と比較して説明する。図3(a)は従来技術によるもので、図3

(b)は本発明によるものである。従来技術では加速管内の圧力は約 10^{-4} Pa程度である。この圧力は電子を効率良く加速するために必要である。したがって、従来技術の場合、金属箔にかかる圧力は真空容器9の圧力は約 10^5 Pa程度である。本発明の構造では、真空容器9の圧力は従来技術と同じ約 10^{-4} Pa程度である。真空容器10は真空ポンプにより減圧でき、約 10^{-1} Pa程度とする。この場合、金属箔にかかる圧力は約 10^{-1} Pa程度であるから、従来技術に比べ約百万分の一となる。

【0010】次にターゲットが電子線により溶けることを図4と数式を用いて説明する。図4には収束を受けた電子線がターゲットに衝突する様子を拡大して示している。加速した後の電子のエネルギーをE(J)、パルス電流値をI(A)、パルス幅をw(秒)とする。このとき、パルス当たりの全エネルギーQは数1により計算できる。

【0011】

【数1】

… (数1)

【0012】ここで e は電子の電荷量である。この全エネルギー Q は、ターゲットをそのまま透過するものと、X線として発生するもの、ターゲットで熱に変わるものに大別できる。ターゲットで熱に変わる割合を $x(\%)$ とする。また図4に示すように焦点サイズを $S(\text{cm}^2)$ 、加速した電子がターゲットに入り込む深さを $\tau(\text{cm})$ とする。*

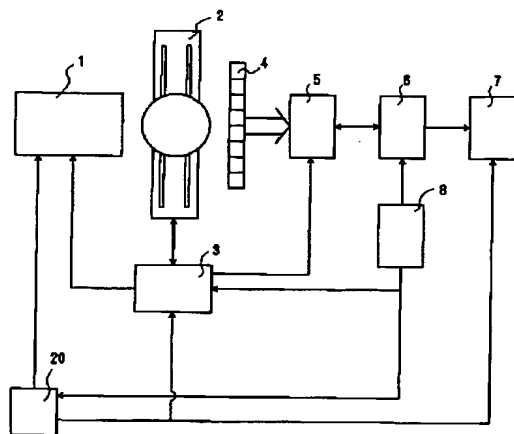
$$\Delta T = \frac{x \cdot Q}{100 \cdot c \cdot S \cdot \tau \cdot \rho}$$

【0014】この温度上昇がターゲットの融点よりも高くなると、ターゲットは溶けることになる。今、加速した電子のエネルギーを E を $9.6 \times 10^{-13}(\text{J})$ 、パルス電流値を I を $140 \times 10^{-3}(\text{A})$ 、パルス幅を w を $5 \times 10^{-5}(\text{秒})$ とすると、パルス当たりの全エネルギー Q は $4.2(\text{J})$ となる。この内ターゲットで熱に変わる割合 x を $70(\%)$ で考える。ターゲットとしてタングステンをを用いた場合、密度 ρ は $19.1(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、比熱 c は $0.14(\text{J}/\text{gK})$ である。また加速した電子がターゲットに入り込む深さ τ を $0.1(\text{cm})$ 程度と考える。焦点サイズ S を $1.0 \times 10^{-2}(\text{cm}^2)$ とすると、パルス当たりに上昇する焦点の温度 ΔT は約 $1100(\text{K})$ である。タングステンの融点は 3387°C であるから、この焦点サイズの場合にはターゲットは溶けない。しかし、焦点サイズが小さくなり、 $0.3 \times 10^{-2}(\text{cm}^2)$ となると、パルス当たりに上昇する焦点の温度 ΔT は約 $3664(\text{K})$ となり、電子がターゲットに衝突したとほぼ同時にターゲットは溶けてしまう。

【0015】

※

【図1】



* さらに、ターゲットの密度を $\rho(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、ターゲットの比熱を $c(\text{J}/\text{gK})$ とすると、パルス当たりに上昇する焦点の温度 ΔT は数2で表現できる。

【0013】

【数2】

…(数2)

※【発明の効果】本発明によりX線源の焦点サイズを小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のX線発生装置を使用した検査装置の例を示すブロック図。

【図2】本発明のX線発生装置の構造の説明図。

【図3】本発明により金属箔にかかる圧力が減少することの説明図。

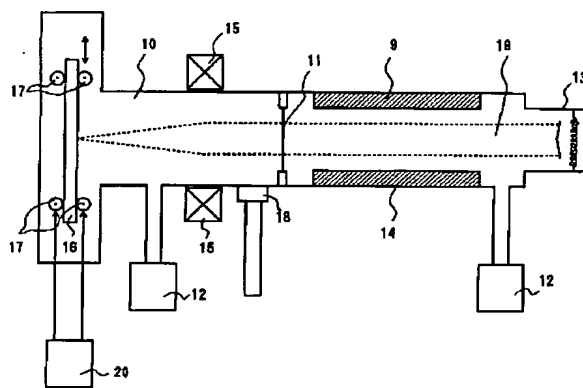
【図4】ターゲットが電子線により溶ける現象の説明図。

【符号の説明】

1…X線発生装置、2…スキャナ、3…スキャナ制御装置、4…検出器、5…検出器回路、6…演算装置、7…表示装置、8…入力装置、9、10…真空容器、11…金属箔、12…真空ポンプ、13…電子発生装置、14…電子加速装置、15…電子収束装置、16…ターゲット、17…ターゲット移動機構、18…弁、19…電子、20…ターゲット移動制御装置。

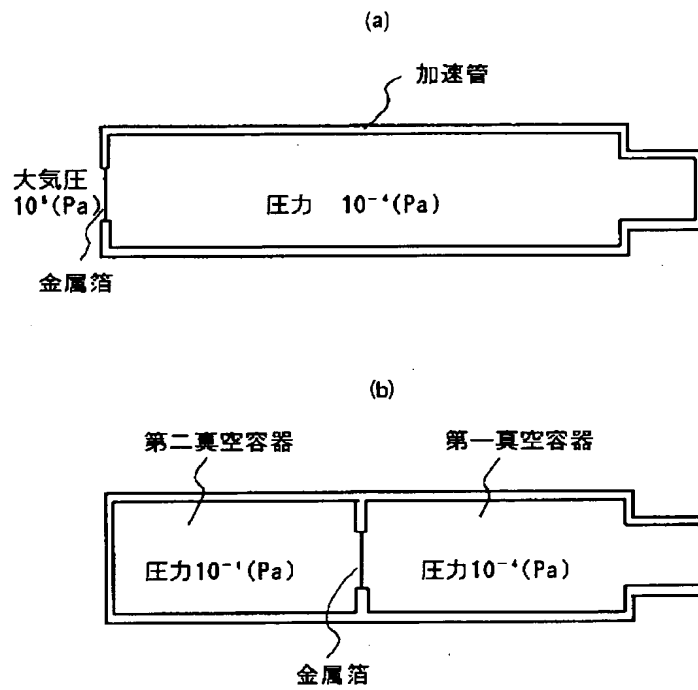
【図2】

図 2



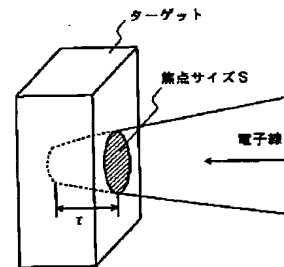
【図3】

図 3



【図4】

図 4



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
H01J 35/16

識別記号

片内整理番号

F I

H01J 35/16

技術表示箇所

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-199291

(43)Date of publication of application : 31.07.1997

(51)Int.Cl.

H05G 1/00
G01N 23/04
G21K 1/087
G21K 5/00
G21K 5/08
H01J 35/16

(21)Application number : 08-004520

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 16.01.1996

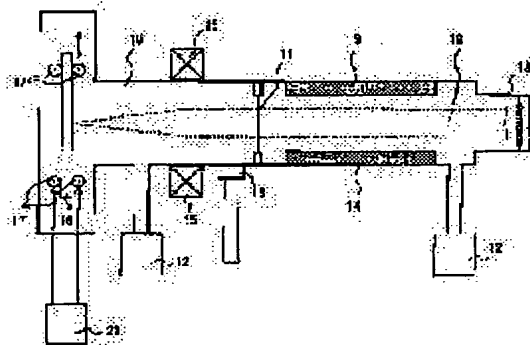
(72)Inventor : SATO KATSUTOSHI
IZUMI SHIGERU

(54) X-RAY GENERATING DEVICE AND NON-DESTRUCTIVE INSPECTION DEVICE USING THIS X-RAY GENERATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an X-ray generating device such as preventing generation of a problem in operation even when focal point size is lessened of an X-ray source.

SOLUTION: An X-ray generating device comprises vacuum vessels 9, 10, a boundary thereof is divided by metal foil 11, a pressure is reduced in the respective vessel by a respective vacuum pump 12. The vacuum vessel 9 comprises an electron generator 13 and an electron accelerator 14, an electron generated from the electron generator 13 is accelerated to prescribed energy by the electron accelerator 14. The vacuum vessel 10 is provided with an electron converging device 15, target 16 and a valve 18. An electron accelerated in the vacuum vessel 9 passes through the metal foil 11, to advance into the vacuum vessel 10. The electron, straight advancing by inertia, is converged in a part of the electron converging device 15. The converged electron collides against the target 16, an X-ray is generated. The target 16 has apprehension fusing by collision of the electron, so that scanning can be performed by a target moving mechanism 17.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the X-ray generator which accelerate an electron, and the accelerated electron is made to collide with a target, and generates an X-ray in the case of the collision Said X-ray generator has two vacuum housings, and the boundary of said two vacuum housings is distinguished by the metallic foil. The X-ray generator characterized by equipping the target and vacuum pump for equipping one vacuum housing with an electronic generator, an electronic accelerator, and a vacuum pump, and electronic convergence equipment and an electron colliding with the vacuum housing of another side, and generating an X-ray.

[Claim 2] The X-ray generator with which it sets to claim 1, and said target dissolves or evaporates.

[Claim 3] The target migration equipment for moving said target in claim 1, and the X-ray generator equipped with the target migration control unit which controls the migration.

[Claim 4] Nondestructive inspection equipment using said X-ray generator according to claim 1.

[Claim 5] Nondestructive inspection equipment using said X-ray generator according to claim 2.

[Claim 6] Nondestructive inspection equipment using said X-ray generator according to claim 3.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention makes the accelerated electron collide with a metal, and relates to the structure of the equipment using the X-ray to generate, and its X line source, and the nondestructive inspection equipment which used the X-ray generator in that case.

[0002]

[Description of the Prior Art] In a tomographic X-ray apparatus (it is hereafter described as an X-ray CT scanner), or radiolucent finding photography equipment, for improving the image quality of the photoed image, it is necessary to make magnitude of X line source small. An X-ray CT scanner and radiolucent finding photography equipment accelerate an electron, make the accelerated electron collide with a metal plate (for it to be hereafter described as a target), and make the line source the X-ray generated by braking radiation. The basic structure of this X-ray generator consists of the electronic generator which generates an electron, an electronic accelerator which accelerates an electron, and a target. The approach of accelerating an electron has the approach of a cyclotron, a betatron, linearity acceleration, a microtron, etc. The inside of an electronic accelerator has that it is decompressed, in order to gather electronic acceleration effectiveness. Metals, such as a tungsten and copper, are used for a target. In order to make magnitude of X line source small in the case of such an X line source, the accelerated electron needs to make small magnitude (it is hereafter described as focal size) which collides with a target. In order to make focal size small, it can attain by converging the electron accelerated using electric field or a magnetic field. If focal size becomes small, generation of heat with a target will become very large. Extent of generation of heat is decided by the current value of the accelerated electron, the energy of the electron which it has after acceleration, the matter that constitutes a target, and focal size. If the temperature rise of the target by generation of heat becomes higher than the melting point of the matter which constitutes a target, a target will melt with an electron ray. Furthermore, if the temperature rise of a target becomes higher than the boiling point of the matter which constitutes a target, a target will evaporate with an electron ray. In a target's melting or evaporating, there is a trouble of it becoming impossible to generate the X-ray other than doing a bad influence to an electronic generator or an electronic accelerator. There is JP,4-32800,A as an approach of solving this trouble. Even if this approach arranges a target out of an electronic accelerator and a target melts, as a bad influence occurs neither in an electronic generator nor an electronic accelerator, it is made for an electron not to collide with the part which melted with scanning a target further or evaporated.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to place a target out of an electronic accelerator, it is necessary from the above-mentioned conventional technique to make the outlet of the electron from an electronic accelerator. This outlet can be made from a thin metallic foil. The pressure always near atmospheric pressure has joined this metallic foil. It is because this metallic foil is the boundary of the electronic accelerator and atmospheric pressure which decompressed the interior. Therefore, it is necessary to make thickness of this metallic

foil so thick that it not torn even if it receives the pressure by atmospheric pressure. However, a certain amount of temperature up is not avoided by the electron which accelerated the metallic foil in this case, but since it is in contact with this temperature rise and atmospheric air, oxidation of a metallic foil progresses, and there is a possibility that a metallic foil may finally be torn for fatigue.

[0004] The purpose of this invention is to prevent tearing a metallic foil by oxidation fatigue.

[0005]

[Means for Solving the Problem] A metallic foil causes oxidation fatigue, because it is in contact with carrying out and atmospheric air in which the thickness of a metallic foil carries out a temperature up by passage of an electron thickly. Then, a target side is made into the second vacuum housing for an electronic generator and electronic accelerator side as the first vacuum housing, and the structure which divides these two vacuum housings by the metallic foil can be considered. With this structure, since the both sides of a metallic foil are decompressing, the pressure concerning a metallic foil becomes very small, and can make thickness of a metallic foil thin in connection with it. Furthermore, it can prevent oxidizing, since a metallic foil does not touch atmospheric air.

[0006] An operation of this invention is explained. The first vacuum housing is a part which accelerates the electron generated from an electronic generator to predetermined energy with an electronic accelerator. The accelerated electron passes a metallic foil and goes into the second vacuum housing. The second vacuum housing is equipped with the electronic convergence equipment and the target for making focal size small, after converging with this electronic convergence equipment, an electron collides with a target and an X-ray generates it. Since a target has a possibility of melting, it considers as the structure which can be scanned. Although the thickness of a metallic foil receives the pressure for differential pressure of the first vacuum housing and the second vacuum housing with this structure, that pressure is very small compared with the above-mentioned conventional technique. Therefore, thickness of a metallic foil can be made thin. Since a metallic foil becomes thin, it is also easy for an electron to pass and the temperature rise of the metallic foil by passage of an electron can be suppressed. Moreover, since a metallic foil does not touch atmospheric air, there is no possibility of causing oxidation.

[0007]

[Embodiment of the Invention] The example of this invention is explained using drawing. One example of the nondestructive inspection equipment using the X-ray generator of this invention is explained using drawing 1. Drawing 1 is the block diagram of the X-ray CT scanner which used the X-ray generator of this invention. An X-ray CT scanner consists of X-ray generator 1, a scanner 2, the scanner control unit 3, a detector 4, the detector circuit 5, an arithmetic unit 6, a display 7, an input unit 8, and a target migration control unit 20. Photography of an X-ray CT scanner irradiates the X-ray from an X-ray generator at the inspected object on a scanner, and detects with a detector the X-ray which has penetrated the inspected object. An inspected object performs migration which combined advancing-side-by-side migration, and a rotation and vertical migration with the scanner, and detects with a detector the X-ray which irradiated the X-ray and has penetrated it during this migration. The image quality of the tomogram for the inspected object photoed with the X-ray CT scanner has the good one where the magnitude of X line source when seeing from a detector is smaller. That is, the magnitude of X line source serves as an important factor which improves the image quality of a tomogram. Since magnitude of X line source is small made compared with the former and its failure of an X-ray generator also decreases when the X-ray generator of this invention is used, improvement in the engine performance as an X-ray CT scanner can be aimed at.

[0008] When a target is exhausted during photography of an X-ray CT scanner, the target migration control unit 20 sends a signal to that effect to the scanner migration control unit 3 and a display 7. The scanner migration control unit 3 which received this signal stops migration of a scanner, and orders X-ray generator 1 and the detector circuit 5 to perform the termination of operation. The operator of an X-ray CT scanner gets to know that the target disappeared from the display 7, and does exchange of a target. The structure of the X-ray generator of this

invention is shown in drawing 2. The X-ray generator of this invention consists of a vacuum housing 9 and a vacuum housing 10, and distinguishes the boundary by the metallic foil 11. There is a vacuum pump 12 in a vacuum housing 9 and a vacuum housing 10, respectively, and each container is decompressed. A vacuum housing 9 consists of an electronic generator 13 and an electronic accelerator 14, and the electron 19 generated from the electronic generator 13 is accelerated to energy predetermined with the electronic accelerator 14. There are electronic convergence equipment 15, a target 16, and a valve 18 in a vacuum housing 10. The electron accelerated by the vacuum housing 9 passes a metallic foil 11, and goes into a vacuum housing 10. An electron goes straight on according to inertia, and it converges it in the part of electronic convergence equipment 15. The convergent electron collides with a target 16 and generates an X-ray. Since a target 16 has a possibility of melting by electronic collision, it is the structure which can be scanned according to the target migration device 17. The operating method of the X-ray generator of this invention is explained using drawing 2. From the electronic generator 13, an electron is generated in pulse and it is accelerated to predetermined energy with the electronic accelerator 14. Although the repeat frequency of this pulse changes with engine performance of the electronic generator 13 and the electronic accelerator 14, it is set to 200Hz in this example. It converges with electronic convergence equipment 15, and the accelerated electron collides with a target, after passing a metallic foil 11. Focal size is 0.1mm at this example. It carries out. The target of a focal part will melt with an electronic collision. Before the following electron comes, a target carries out a suitable scan and it is made not to collide with the target which the electron dissolved again. Since there will be time amount of 5 mses in this example by the time the following electron collides with a target, a target is 0.1mm in this time amount. It is necessary to move above. The target migration device 17 and the target migration control unit 20 with which the target was equipped realize the scan of a target. After the target migration device 17 exhausts a target, it emits a signal to that effect and tells exchange of a target. When exchanging targets, and a vacuum housing 10 is made into atmospheric pressure, there is a possibility that a metallic foil 11 may be torn with a pressure. Therefore, after preventing closing the valve 18 with which the vacuum housing 10 is equipped, and a metallic foil 11 side becoming atmospheric pressure, a target side is released to atmospheric pressure. After releasing to atmospheric pressure, exchange of a target 16 is performed. After exchange termination of a target, where a valve 18 is closed, the target side of a vacuum housing 10 is decompressed with a vacuum pump 12. A valve 18 is opened after being able to attain predetermined reduced pressure. By these exchange of a series of, operation can be started again.

[0009] Next, as compared with the conventional technique, it explains using drawing 3 that the pressure applied to a metallic foil according to the structure of this invention decreases. Drawing 3 (a) is based on the conventional technique, and depends drawing 3 (b) on this invention. With the conventional technique, the pressure in an acceleration tube is about about 10 - 4Pa. This pressure is required in order to accelerate an electron efficiently. Therefore, in the case of the conventional technique, the pressure concerning a metallic foil is atmospheric pressure.

Atmospheric pressure is about 105Pa. It is extent. With the structure of this invention, the pressure of a vacuum housing 9 is the about about 10 - 4 samePa as the conventional technique. A vacuum housing 10 can be decompressed with a vacuum pump, and may be about about 10 - 1Pa. In this case, since the pressure concerning a metallic foil is about about 10 - 1Pa, it drops to about 1/1 million compared with the conventional technique.

[0010] Next, it explains that a target melts with an electron ray using drawing 4 and a formula. The electron ray which received convergence expands and shows signs that it collides with a target to drawing 4. E (J) and a pulse current value are set to I (A), and pulse width is set to w (second) for the energy of the electron after accelerating. At this time, total energy Q per pulse is calculable several 1.

[0011]

[Equation 1]

$$Q = \frac{E \cdot I \cdot w}{e}$$

... (数1)

[0012] e is the amount of electronic charge here. This total energy Q can divide a target roughly into what is penetrated as it is, the thing to generate as an X-ray, and the thing which changes to heat with a target. The rate which changes to heat with a target is set to x (%). Moreover, as shown in drawing 4, the depth to which S (cm²) and the accelerated electron enter focal size into a target is set to tau (cm). Furthermore, temperature deltaT of the focus which will go up it to per pulse if the specific heat of rho (g/cm³) and a target is set to c (J/gK) can express the consistency of a target by several 2.

[0013]

[Equation 2]

$$\Delta T = \frac{x \cdot Q}{100 \cdot c \cdot S \cdot \tau \cdot \rho} \quad \dots \text{(数2)}$$

[0014] When this temperature rise becomes higher than the melting point of a target, a target will melt. the energy of the electron accelerated now -- E -- 9.6×10^{-13} (J) and a pulse current value -- I -- 140×10 -- if w is set to 5×10^{-6} (second) for -3 (A) and pulse width, total energy Q per pulse will be set to 4.2 (J). The rate x which changes to heat with this inner target is considered by 70 (%). When a tungsten is used as a target, a consistency rho is 19.1 (g/cm³) and the specific heat c is 0.14 (J/gK). Moreover, the accelerated electron considers depth tau which enters into a target to be 0.1 (cm) extent. When focal size S is set to 1.0×10^{-2} (cm²), temperature deltaT of the focus which goes up to per pulse is about 1100 (K). Since the melting point of a tungsten is 3387 degrees C, in the case of this focal size, a target does not melt. However, if focal size becomes small and is set to 0.3×10^{-2} (cm²), temperature deltaT of the focus which goes up to per pulse will be set to about 3664 (K), and a target will melt that the electron collided with the target into coincidence mostly.

[0015]

[Effect of the Invention] Focal size of X line source can be made small by this invention.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing the example of the test equipment which used the X-ray generator of this invention.

[Drawing 2] The explanatory view of the structure of the X-ray generator of this invention.

[Drawing 3] The explanatory view of the pressure applied to a metallic foil by this invention decreasing.

[Drawing 4] The explanatory view of the phenomenon in which a target melts with an electron ray.

[Description of Notations]

1 -- X-ray generator and 2 -- a scanner, 3 -- scanner control unit, 4 -- detector, and 5 -- a detector circuit, 6 -- arithmetic unit, 7 -- display, and 8 -- an input unit, 9, 10 -- vacuum housing, 11 -- metallic foil, and 12 -- a vacuum pump, a 13 -- electronic generator, a 14 -- electronic accelerator, and 15 -- electronic convergence equipment, 16 -- target, 17 -- target migration device, and 18 -- a valve, 19 -- electrons, and 20 -- target migration control unit.

[Translation done.]